



⑮ **BUNDESREPUBLIK  
DEUTSCHLAND**



**DEUTSCHES  
PATENT- UND  
MARKENAMT**

⑫ **Offenlegungsschrift**  
⑩ **DE 102 24 769 A 1**

⑥① Int. Cl.<sup>7</sup>:  
**F 23 D 14/10**

②① Aktenzeichen: 102 24 769.2  
②② Anmeldetag: 9. 1. 2002  
②③ Offenlegungstag: 17. 7. 2003

**DE 102 24 769 A 1**

⑦① **Anmelder:**

STG Software & Technologie Glas GmbH Cottbus,  
03058 Kiekebusch, DE

⑦② **Erfinder:**

Hegewald, Frank, 03050 Cottbus, DE; Hemmann,  
Peter, Dr., 09599 Freiberg, DE; Heelemann, Helmut,  
03058 Kiekebusch, DE

**Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen**

⑤④ **Gasbrenner mit extremem Stellbereich zur Eigenkarborierung und Stickoxidminderung**

⑤⑦ Die Erfindung betrifft einen Gasbrenner mit extremem Stellbereich zur Eigenkarborierung und Stickoxidminderung, der durch Stellhandlungen konfigurationsmodifizierbar ist als Freistrah- oder Turbulenzbrenner. Er behebt den Nachteil von Freistrahbrennern, deren Gasstrahl in einen anschließenden Düsenstein einmündet, dadurch, dass er den Gasstrahl unter Vermeidung eines anschließenden Düsensteins direkt in den Ofenraum einbringt, indem er eine ganzmetallische gekühlte Baueinheit von Brenner und Brennerdüsenstein ist. Die Funktion als turbulenzintensiver Brenner wird durch einen verstellbaren Störkörper im Gasstrahlweg und/oder durch einen in Ofenrichtung umlenkbaren Kühlluftstrom erzielt, wobei letzterer dann die Funktion einer startreaktionsbeschleunigenden Primärluft hat. Der Brenner ist als stickoxidmindernder Freistrahbrenner dadurch konfiguriert, dass ein Störkörper im Gasweg durch eine zurückgesetzte Position unwirksam gestellt ist und dass die Kühlluft nicht in den Ofenraum gelenkt ist. Der Brenner ist in der Freistrahkonfiguration herkömmlichen Brennern energetisch und bei der Stickoxidvermeidung überlegen.

**DE 102 24 769 A 1**

[0001] Die Erfindung betrifft einen Gasbrenner mit extremem Stellbereich zur Eigenkarborisierung und Stickoxidminderung, der durch Steilhandlungen konfigurationsmodifizierbar ist als Freistrah- oder Turbulenzbrenner und der besonders geeignet ist für Industrieöfen, die eine regenerative Luftvorwärmung und eine vom Brenngas getrennte Verbrennungsluftzuführung zum Ofen aufweisen. Der Brenner ist besonders geeignet für konventionelle Glasschmelzwannen.

[0002] Es ist bekannt, daß die Technologie des Verbrennungsprozesses großen Einfluß auf die Produktqualität, die Energieökonomie, die Laufzeiterwartung und die Produktionskapazität von Industrieöfen hat. Besonders stark ist dieser Einfluß aber auf die Bildung des Umweltschadstoffes Stickstoffmonoxid.

[0003] Nach der Erkenntnis der Umweltschädigung durch NOx entstanden im letzten Jahrzehnt grundlegende technische Lösungen zur NOx-Minderung für alle Verbrennungsprozesse, was besonders auch durch eine strenge Umweltgesetzgebung forciert wurde.

[0004] Dem Charakter einer plötzlich erkannten Notlage entsprechend, sind darunter auch überhastete Lösungen, die zum Teil sehr aufwendig sind, mit starken Nebenwirkungen einhergehen oder unausgereift sind. Besonders ist aber die große Vielfalt auffällig. Erst seit wenigen Jahren ist erkannt worden, daß mit sogenannten Primärmaßnahmen auch den weiteren und oben genannten eigentlichen Produktionszielen harmonisch entsprochen wird, wobei sogar die primäre NOx-Minderung als besonders signifikantes Merkmal verbesserter Verbrennungstechnologie bezüglich der erwünschten ökonomischen Zielstellungen dient. Dieser neue Bewertungsmaßstab ist inzwischen selbst zu einem wichtigen Hilfsmittel der Rationalisierung von Industrieofenbefeuerungen avanciert. Für die Technologie der Befeuerung sind wiederum die Industrieofenbrenner von erstrangiger Bedeutung. Nach vielen Jahren der Stagnation erlebt die Entwicklung von Brennern nunmehr folgerichtig eine auffällige Belebung. An der leicht meßbaren NOx-Emission von Brennern kann man nunmehr ua. ihre verborgenen energetischen Effekte kurzfristig und gut erkennen.

[0005] Besonders wichtig ist, daß die effektive Entwicklungsrichtung für fortschrittliche Brennerlösungen so besser erkannt wird wobei unerwartet hohe positiven Nebeneffekte erschlossen werden können. Es soll nicht verschwiegen werden, daß auch auf diesem Gebiet, abweichend von der produktiv aufgezeigten Entwicklungsrichtung, mit Tricks und symptombekämpfenden Maßnahmen Kurzzeiterfolge gesucht und erzielt werden, die aber naturgemäß eher negative Begleiteffekte haben. Die hohe technologische Wirksamkeit von inzwischen erprobten neuen Brenner sowohl bei Gas- als auch bei Ölbrennern ist aber unbestritten. Zugleich geht aber auch mit der Erstanwendung eine Gefahr für die Betreiber moderner Brenner einher, die gerade in der genannten hohen technologischen Effektivität besteht, die ja insbesondere auf Reserven gerichtet ist, die bislang nicht erschlossen wurden, also auf technologisch nicht bekanntem Gebiet liegen. Die technologischen Betriebsvorschriften der Öfen ändern sich deutlich. Als besonders effektiv hat sich bei Gasbrennern für Glasschmelzwannen eine Brennervorrichtung nach OS DE 195 20 650 erwiesen, bei der eine sehr hohe Minderung der Stickoxidbildung eintritt. Auch der bereits seit längerem bekannte Gasbrenner nach dem Prinzip der Gas-Gasdüse kann, in der zur NOx-Minderung ausgeführten Modifikation mit großen Düsen und in extremer Einstellung, niedrige Werte der Stickoxidbildung nachweisen und wird deshalb in jüngerer Zeit ebenfalls verstärkt eingesetzt.

Mit dem letztgenannten Brennertyp werden in allen bekannten Ausführungen jedoch nicht die Ergebnisse des vorgenannten Freistrahlbrenners erreicht. Konkurrierend zu den Brennern an sich, sind mehrere Verfahren und Anordnungen bekannt geworden, die ebenfalls die NOx-Bildung deutlich zu mindern vermögen. Dazu sind insbesondere zu nennen: Kaskadenbefeuerung, Luftstufung, Karborisierungsschwellen im Port, Abgasrückführung, O<sub>2</sub>-Minderung der Verbrennungsluft, verringerte Vorwärmung der Verbrennungsluft, Abgastremschicht, Falschlufthaushaltung, N<sub>2</sub>-Minderung der Verbrennungsluft, nahstöchiometrischer Ofenbetrieb, Brennerpositionierung. Die Lösungen bestehen vorwiegend in der Art der Brennstoffeinbringung und verlangen besondere bautechnische Voraussetzungen des Ofens oder spezielle Zusatzeinrichtungen. Sie sind aufwendiger als Lösungen am Brenner selbst, der in jedem Fall als solcher erforderlich ist und der zudem mit den erwähnten Zusatzvorrichtungen und Verfahren oft kombinierbar ist.

[0006] Der Nachteil der bisher bekannten Brenner zur NOx-Minderung besteht nun darin, daß deren Effektivität zur NOx-Minderung den gewachsenen Ansprüchen nicht mehr genügt, (Gas-Gas-Düse) oder der technologische Sprung beim Ersteintritt im Vergleich zu konventionellen Brennern so groß ist, daß der bestehende Erfahrungsschatz zur qualitätssichernden Betriebsweisen des Ofens entwertet wird. (Freistrahlbrenner) Nur mit erheblichen Aufwendungen kann der erforderliche Erfahrungsschatz im laufenden Betrieb wieder neu gewonnen werden. Daraus resultierende Glas-Qualitätseinbußen werden daher oft fälschlich, den neuen Brennern an sich zugewiesen. Dieser Freistrahlbrenner weist aber in der bekannt gewordenen Kombination mit einem Düsenstein, der ebenfalls die Freistrahldiffusorgestalt hat, zusätzlich den Nachteil der hohen Temperaturwechselbelastung des Düsensteinmaterials auf, wenn der Ofen regenerativ beheizt wird. Dann ist tatsächlich mit der Freistrahlgestalt der Brennermündung eine Störungsursache für die Glasqualität verbunden, die im beschleunigten thermischer Zerstörung der Düsensteine besteht, weil deren Materialabtrag ins Glas gelangen kann.

[0007] Um die Nachteile der bekannten Technik aufzuheben, ihre Vorteile aber zugleich vollständig aufrechtzuerhalten, wird die Gestaltung eines Brenners als konfigurationsmodifizierbarer Brenner, also mit einem extremem Stellbereich vom ungestörten Freistrahlarakter bis zur Zuschaltung einer Kombination von innerer und äußerer Turbulenzvorrichtung erfinderisch vorgestellt, der keinen Düsenstein erfordert, sondern geschlossen ganzmetallisch und gekühlt ausgeführt ist, wobei ein Langdiffusor den Gasströmungsraum äußerlich bildet und daß in diesem ein axial verschiebliches zylindrisches Gaszuführungsrohr angeordnet ist und daß die Kühlluft mit einer stellbaren Kühlluftstromumlenkung der Brennermündung als umhüllender Verbrennungsprimärluftstrom zugeführt werden kann. Dadurch kann die Flamme weitgehend im Bereich der Charakteristik herkömmlicher stark turbulenter Brennerkonstruktionen eingestellt werden. Im Fall von Qualitätsstörungen mit unklarer Ursache ist der Betreiber in der Lage, auf alte Erfahrungen der Qualitätssicherung mit bekannten Mitteln und Einstellungen zurückzugreifen. Dazu ist dann lediglich die Einstellung des dabei weiter im betrieb befindlichen Brenners mit Positionierung der Zentraldüse in der Umgebung der Diffusorwurzel erforderlich. Es wird so eine altbekannte, stark turbulente Flamme gebildet, die wahlweise noch mittels Primärluftzuschaltung, durch die Umschaltung des Kühlluftaustrittsortes am Brenner, zur weiteren Beschleunigung der Startreaktion und Verstärkung der Turbulenzen an der Flammenwurzel modifiziert werden kann.

[0008] Alte Mitschriften zu qualitätssichernden

Ofenfahrweisen sind damit wieder nutzbar. Nach der Fehlerbehebung oder nach der ausschließenden Klärung des Feueinflusses auf das Fehlerbild kann die effektive Brennerbetriebsweise erneut eingestellt werden.

[0009] Besser, oder nahezu zwingend ist es aber, bei der Einführung des Freistrahlbrenners als neues Gerät, zunächst mit diesem auch die nach dem Stand der Technik her bekannten Flammen mit stark turbulenter Wurzel einstellen zu können und erst danach, von dieser technologisch unkritischen Umrüstung auf die neue Technik ausgehend, die technologisch innovativen Effekte des Brenners vorsichtig in die Ofenbetriebsweise einzuführen. Zwingend ist diese Stellbarkeit dann, wenn der Betreiber (verständlicherweise) auf einer "vorsichtigen" Einführung der neuen Technik besteht, die er dann als z. B. brennstoffgleich definiert. Dann wäre bei sofortiger Anwendung des Freistrahlskonfiguration durch verbesserte feuerungstechnische und ofentechnische Wirkungsgrade eine starke Verletzung der bekannten Betriebsweise gegeben. Deutlich zu viel Wärme würde ins Glas eingetragen werden. Zeitweilige Qualitätsstörungen wären wahrscheinlich. Die Brenner würden ungerechtfertigt unter Kritik geraten. Gerade wegen ihrer ungewöhnlich hohen energetischen Effekte müssen deshalb die Freistrahlbrenner eine Stellbarkeit aufweisen, mit der auch energetisch nachteilige Flammen herkömmliche Art gebildet werden können.

[0010] Anhand eines Ausführungsbeispiels soll die Erfindung nachfolgend näher erläutert werden. Eine kleinere regenerativbeheizte Behälterglaswanne mit 3 Ports zu je 2 Brennern wies im Ausgangszustand nahezu nichtleuchtende Flammen auf. Eingesetzt wurden konventionelle Gasbrenner mit einem Treibluftstrom. Typische NO<sub>x</sub>-Konzentrationen lagen bei ca. 2000 mg (BIMSCHG). Neu eingesetzt wurde der erfinderische Brenner in der Konfiguration gemäß Anspruch 2. und Abb. 1, die den Brenner in der Einstellung als Freistrahlbrenner zeigt. Als typische NO<sub>x</sub>-Konzentration wurde ein Niveau um 600 mg (BIMSCHG) eingestellt. Dazu wurde das zylindrische Zentralsdüsenrohr (5) vollständig aus dem Langdiffusor (3) zurückgezogen und mit der Düsenmündung des Zentralsdüsenrohres (6) um das Fünffache des Durchmessers vom zylindrischen Gaszuführungsrohr (2) von der Wurzel des Langdiffusors (7) entfernt im Gaszuführungsrohr positioniert. Die Kuhlluftstromumlenkung (11) versperrt in dieser Einstellung gemäß Abb. 1 den Weg des Verbrennungsprimärluftstroms (10) zwischen dem Kühlmantel (1) und den Brenneraufnahmestein (9) in den Freiraum der Brenneinsatzbohrung (8) hinein. An der Brennermündung (4) tritt ein niedrigturbulenter Gasfreistrah aus. Die geschwächte Einmischung von Luft aus der Umgebung, die nachfolgende Karborierung des Brenngases mit hohen Anteilen an Kohlenstoffpartikeln und die Zündung der Flamme erst in einem Gebiet großer Oberfläche der Flamme, also mit guten Wärmeabstrahlungsbedingungen, sind die Ursache der niedrigen NO<sub>x</sub>-Emission des Brenners in dieser Einstellung, bei der die üblichen hohen oder gar adiabatischen Flammentemperaturen sicher vermieden werden. In einem zweiten Anwendungsbeispiel wurde bei einer U-Flammenwanne die Stickoxidemission von 2500 mg auf kleiner 400 mg gesenkt. Dabei wurde stufenweise vorgegangen. Zunächst wurden pro Port alle 3 herkömmlichen Brenner durch turbulent voreingestellte Brenner des erfinderischen Typs bei ähnlicher Brennstrahlrichtung und -Ausgangsposition ersetzt. Nach geringen Stellenkorrekturen am Handrad des Zentralsdüsenrohres (5) wurde im Vergleich zum Ausgangszustand ein optisch ähnliches Flammenbild und ähnliche Flammenlage erzielt. Das NO<sub>x</sub>-Niveau betrug nunmehr 2300 mg. Die geregelte Gewölbetemperatur betrug unverändert 1590°C. Schmelzleistung

und Brennstoffeinsatz blieben etwa gleich. Vorab wurde eine Lambdaeinstellung in Betrieb gesetzt und auch deren Sollwert blieb unverändert. Im zweiten Schritt wurden die Brenner schrittweise auf Freistrahlscharakter umgestellt.

[0011] Die Gewölbetemperatur fiel um 8°C. Die Abgastemperatur fiel um 10°C. Nach einer Kalkulation der Energiekonsumtion des Glases wurde der Brennstoffeinsatz im Brennstoffautomatikbetrieb um 7% gesenkt, die Gewölbetemperatur fiel auf 1572°C. So wurde ihr neuer Sollwert auch eingestellt. Das neue NO<sub>x</sub>-Niveau stellte sich mit 500-600 mg ein. Im zweiten Schritt wurde von 3-Brennerbetrieb auf 2-Brennerbetrieb umgestellt. Das NO<sub>x</sub>-Niveau sank auf 400 mg. Überwiegend geht dieser hohe NO<sub>x</sub>-Effekt allein auf die Freistrahlscharakter der Flammenwurzeln zurück, in deren Folge durch Karborierung das Emissionsvermögen der Flamme steigt, deren Temperatur sinkt und worauf sofort auch Gewölbe- sowie Abgastemperatur fallen und die hohen energetischen Einsparungen verursachen. Als qualitätssichernde Randbedingung wurde die Glasbadtemperatur an ausgewählter Position in Quellpunktnähe als oberflächennah etwa gleichbleibend durch Spezialmessungen bestätigt. Die Energieeinsparungseffekte allein decken in einem Zeitraum unter einem halben Jahr die Kosten für die neuen Brenner. Die Primärmaßnahme ist damit für den Betreiber nicht nur gesetzliche Pflichterfüllung sondern ökonomisch sehr lukrativ.

#### Liste der verwendeten Bezugszeichen

- 1 Kühlmantel
- 2 zylindrisches Gaszuführungsrohr
- 3 Langdiffusor
- 4 Brennermündung
- 5 zylindrisches Zentralsdüsenrohr
- 6 Düsenmündung des Zentralsdüsenrohres
- 7 Wurzel des Langdiffusors
- 8 Freiraum der Brenneinsatzbohrung
- 9 Brenneraufnahmestein
- 10 Weg des Verbrennungsprimärluftstroms
- 11 Kuhlluftstromumlenkung

#### Patentansprüche

1. Gasbrenner mit extremem Stellbereich zur Eigenkarborierung und Stickoxidminderung, der durch Steilhandlungen konfigurationsmodifizierbar ist, besonders geeignet für Industrieöfen, die eine regenerative Luftvorwärmung und eine vom Brenngas getrennte Verbrennungsluftzuführung zum Ofen aufweisen, **dadurch gekennzeichnet**, daß der Brenner mit einem Kühlmantel (1) versehen ist und daß im Abschluß an das zylindrische Gaszuführungsrohr (2) und die Verbindung zur Brennermündung bildend, ein Langdiffusor (3) angeordnet ist, wobei dieser einen an sich bereits von Düsenstein-Brennerkombinationen bekanntgewordenen Freistrahloffenungswinkel um 20° aufweist, der Brenner einen minimalen Brennermündungsdurchmesser von 70 mm aufweist, der damit sehr viel größer ist als der herkömmliche Brenner für regenerative Industrieöfen, daß dem Brenner ebenso einzigartig kein Düsenstein nachgeordnet ist, sondern der unmittelbare Brenngasaustritt in den Ofenraum von der Brennermündung (4) selbst gebildet wird.
2. Gasbrenner mit extremem Stellbereich zur Eigenkarborierung und Stickoxidminderung nach Anspruch 1 in der konfigurationsmodifizierten Einstellung als Freistrahlbrenner, die dadurch gekennzeichnet ist, daß im zylindrischen Gaszuführungsrohr ein axial verschieblich-

ches Zentraldüsenrohr (5) so angeordnet ist, daß dessen Düsenmündung (6), von der Wurzel des Langdiffusors (7) aus gemessen, mehr als um den einfachen Durchmesser des Gaszuführungsrohres in das Gaszuführungsrohr hinein eingezogen positioniert ist.

5

3. Gasbrenner mit extremem Stellbereich zur Eigenkarborierung und Stickoxidminderung nach Anspruch 1 in der konfigurationsmodifizierten Einstellung als Turbulenzbrenner, die dadurch gekennzeichnet ist, daß ein axial verschiebliches Zentraldüsenrohr so angeordnet ist, daß dessen Düsenmündung nahe der Wurzel des Langdiffusors oder zwischen dieser und der Brennermündung positioniert ist.

10

4. Gasbrenner mit extremem Stellbereich zur Eigenkarborierung und Stickoxidminderung nach Anspruch 3 in der konfigurationsmodifizierten Einstellung als Turbulenzbrenner, die dadurch gekennzeichnet ist, daß innerhalb des Kühlmantels ein Kühlluftstrom angeordnet ist und daß zwischen dem Kühlmantel des Brenners und der Brenneinsatzbohrung (8) des umhüllenden Brenneraufnahmeblechs (9) ein Verbrennungsprimärluftstrom (10) angeordnet ist, der mit einer stellbaren Kühlluftstromumlenkung (11) mit Kühlluftstrom verbunden ist.

15

20

---

Hierzu 1 Seite(n) Zeichnungen

---

25

30

35

40

45

50

55

60

65

- Leerseite -

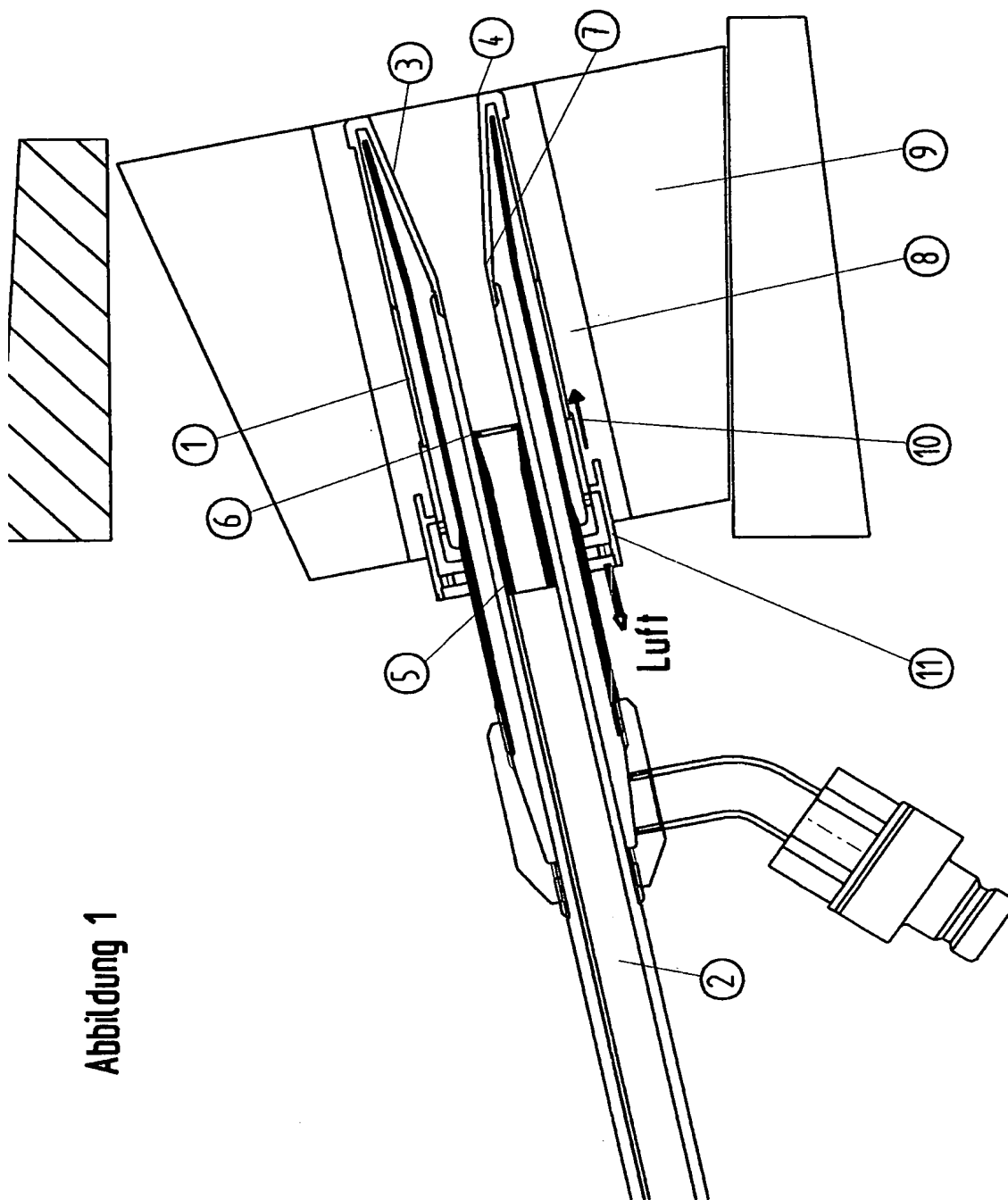


Abbildung 1

## STN Karlsruhe

COST IN EUROS	SINCE FILE	TOTAL
	ENTRY	SESSION
FULL ESTIMATED COST	0,33	0,33

FILE LAST UPDATED: 14 SEP 2006 <20060914/UP>  
 MOST RECENT DERWENT UPDATE: 200659 <200659/DW>  
 DERWENT WORLD PATENTS INDEX, COVERS 1963 TO DATE

=> s de10224769/pn  
 L1 1 DE10224769/PN

=> d all

L1 ANSWER 1 OF 1 WPINDEX COPYRIGHT 2006 THE THOMSON CORP on STN  
 AN 2003-570897 [54] WPINDEX  
 DNN N2003-453826 DNC C2003-154330  
 TI Gas burner for glass melting furnace has long diffusion pipe located at the end of the cylindrical gas feed pipe to the burner.  
 DC J09 L01 Q73  
 IN HEELEMANN, H; HEGEWALD, F; HEMMANN, P  
 PA (STGS-N) STG SOFTWARE & TECHNOLOGIE GLAS GMBH  
 CYC 1  
 PI DE 10224769 A1 20030717 (200354)\* 5 F23D014-10  
 ADT DE 10224769 A1 DE 2002-10224769 20020109  
 PRAI DE 2002-10224769 20020109  
 IC ICM F23D014-10  
 AB DE 10224769 A UPAB: 20030821  
 NOVELTY - A glass melting furnace heated by a gas burner (1) has a cooling mantle. A long diffusion pipe (3) is located at the end of the cylindrical gas feed pipe (2) to the burner. The diffusion pipe has a discharge angle of approximately 20 degrees. The burner has a mouth diameter of at least 70 mm, i.e. much larger than that of prior art.  
 DETAILED DESCRIPTION - Burner gas discharges directly to the furnace from the burner mouth (4). The burner has a wide range of adjustment for minimum release of carbon deposits and nitric oxide, and which may be modified by angular adjustment. The cooled all-metal burner generates intense vortices and has an adjustable baffle in the gas path, and has a deflected flow of cool air directed towards the furnace chamber functioning as a primary air start-up reaction accelerator. In the withdrawn position the baffle is ineffective.  
 USE - Gas burner for glass melting vat.  
 ADVANTAGE - The burner uses less energy than prior art and reduces nitric oxide emissions.  
 DESCRIPTION OF DRAWING(S) - The drawing shows a cross-sectional view of the burner.  
 Cooling mantle 1  
 Gas fed cylindrical pipe 2  
 Long diffuser 3  
 Burner mouth 4  
 Cylindrical central jet pipe 5  
 Central jet pipe jet outlet 6  
 Long diffuser root 7  
 Burner inset socket space 8  
 Burner receiving stone 9  
 Primary combustion air path 10  
 Cooling air baffle 11  
 Dwg.1/1  
 FS CPI GMPI  
 FA AB; GI  
 MC CPI: J09-B03; L01-C03